

PCT/EP200 4 / 0 1 0 9 1
BUNDESREPUBLIK DEUTSCHLAND

**PRIORITY
DOCUMENT**

SUBMITTED OR TRANSMITTED IN
COMPLIANCE WITH RULE 17.1(a) OR (b)



REC'D 02 DEC 2004

WIPO PCT

**Prioritätsbescheinigung über die Einreichung
einer Patentanmeldung**

Aktenzeichen:

103 46 186.8

Anmeldetag:

2. Oktober 2003

Anmelder/Inhaber:

Behr GmbH & Co KG, 70469 Stuttgart/DE

Bezeichnung:

Ladeluftkühler für Kraftfahrzeuge

IPC:

F 28 F, F 02 B, B 23 P

Die angehefteten Stücke sind eine richtige und genaue Wiedergabe der ursprünglichen Unterlagen dieser Patentanmeldung.

München, den 12. Oktober 2004
Deutsches Patent- und Markenamt
Der Präsident
Im Auftrag

BEST AVAILABLE COPY

BEHR GmbH & Co. KG
Mausersstraße 3, 70469 Stuttgart

Ladeluftkühler für Kraftfahrzeuge

Die Erfindung betrifft einen Wärmeübertrager für Kraftfahrzeuge, insbesondere einen Ladeluftkühler, insbesondere für Nutzfahrzeuge nach dem Oberbegriff des Patentanspruches 1.

Wärmeübertrager, wie beispielsweise Ladeluftkühler für heutige Kraftfahrzeuge weisen oft einen gelöteten Wärmeübertragerblock auf, der aus Flachrohren, Wellrippen sowie Rohrböden, welche die Rohrenden aufnehmen, aufgebaut ist. Auf die Rohrböden sind Sammelkästen, beispielsweise so genannte Luftkästen aufgesetzt und mit diesen dicht verbunden. Die Sammelkästen sind – auch bei Nutzfahrzeugen – häufig aus Kunststoff hergestellt und mit den Rohrböden mechanisch, z. B. durch eine Bördelverbindung mit Gummidichtung verbunden. Teilweise sind die Sammelkästen auch als Aluminiumgusskästen ausgebildet, welche mit den ebenfalls aus einem Aluminiumwerkstoff hergestellten Rohrböden verschweißt sind. Ladeluftkühler mit Luftkästen aus Kunststoff wurden beispielsweise durch die DE-A 199 53 785 und die DE-A 199 53 787 der Anmelderin bekannt. Bei höheren Temperaturen, z. B. über 220 Grad Celsius der Ladeluft, wie sie bei zukünftigen Entwicklungen zu erwarten sind, halten Luftkästen aus Kunststoff den Beanspruchungen aus Druck und Temperatur nicht mehr stand – in diesem Fall werden Luftkästen aus einem metallischen Werkstoff, z. B. einem Aluminiumguss eingesetzt. Diese Guss-Luftkästen werden in einem Kokillengussverfahren hergestellt, welches vielfältige gestalterische Möglichkeiten bietet, jedoch sehr aufwendig und kostenintensiv ist.

Es ist eine Aufgabe der vorliegenden Erfindung, einen Wärmeübertrager der eingangs genannten Art dahingehend zu verbessern, dass die Sammelkästen höheren Temperaturen und Drücken standhalten, ohne dass die Herstellkosten wesentlich ansteigen.

Diese Aufgabe wird durch die Merkmale des Patentanspruches 1 gelöst. Erfindungsgemäß ist vorgesehen, dass mindestens ein Teil zumindest eines Sammelkastens aus einem Halbzeug durch eine Innen-Hochdruck-Umformung (IHU) hergestellt wird. Durch Verwendung eines metallischen Halbzeuges können die aufgrund von Temperatur und Druck auftretenden Beanspruchungen beherrscht werden. Darüber hinaus wird das kostenaufwendige Kokillengussverfahren vermieden und stattdessen ein kostengünstiges Halbzeug verwendet, welches durch das kostengünstige IHU-Verfahren verformt wird.

Die Innen-Hochdruck-Umformung, das so genannte IHU-Verfahren ist an sich bekannt, z. B. aus der DE-A 102 04 107 für ein metallisches Gehäuse eines Abgaswärmeübertragers, in welches mittels IHU eine Dehnungssicke eingeformt ist. Beim IHU-Verfahren, auch Hydroformen genannt, werden geschlossene Gehäuseteile mittels eines flüssigen Druckmediums (Wasser) „aufgeblasen“. Die zu verformenden Teile werden in Werkzeugformen der entsprechenden Kontur eingelegt und dann von innen mittels einer Druckflüssigkeit derart beaufschlagt, dass sich das Material des Gehäuses an die Kontur des Werkzeuges anlegt.

Nach einer vorteilhaften Ausgestaltung der Erfindung wird nur der Deckel aus einem Halbzeug im IHU-Verfahren verformt und mit einem konventionellen Rohrboden verschweißt. Diese Maßnahme bringt bereits eine Reduzierung der Herstellkosten, insbesondere wenn vorteilhafterweise ein Aluminiumwalzblech als Halbzeug für den Deckel verwendet wird.

In weiterer vorteilhafter Ausgestaltung der Erfindung können sowohl der Deckel als auch der Rohrboden aus einem Halbzeug durch das IHU-Verfahren hergestellt werden. Die Integration des Rohrbodens bringt eine

weitere Kostenreduzierung, da Boden und Deckel aus demselben Halbzeug, vorteilhafterweise einem extrudierten Aluminiumrohr hergestellt werden. Die Formgebung des gesamten, aus Boden und Deckel bestehenden Sammelkastens kann durch das IHU-Verfahren erfolgen, womit sich eine Vielzahl von Möglichkeiten hinsichtlich der Formgebung ergeben.

Nach einer weiteren vorteilhaften Ausgestaltung der Erfindung wird der gesamte Sammelkasten, bestehend aus Boden, Deckel und Stutzen einstückig aus einem Halbzeug mittels IHU-Verfahren hergestellt. Dies geschieht vorteilhafterweise unter Verwendung eines extrudierten Aluminiumhalbzeugrohres, welches zur Ausbildung eines Anschlussstutzens für den Sammelkasten zunächst vorgebogen wird, sodass der Stutzen seine Richtung gegenüber dem übrigen Luftkasten erhält. Danach wird in das beispielsweise kreisrunde Halbzeug eine Längssicke durch Drücken von außen eingebracht, d. h. über einen Teil der Länge des Sammelkastens, sodass sich ein vom Stutzen zur gegenüberliegenden Stirnseite hin verjüngender Sammelkastenquerschnitt ergibt. Diese Formgebung begünstigt die Strömung eines Mediums im Sammelkasten. Darüber hinaus ergibt sich durch diese Abflachung des Sammelkastens der Vorteil verbesserter Einbaubedingungen in einem Kraftfahrzeug. Die Endform wird durch IHU hergestellt, indem das Halbzeugmaterial von innen durch den Hochdruck an die Kontur des Werkzeuges gedrückt wird. Die Vorteile dieses erfindungsgemäß hergestellten Sammelkastens sind hohe Temperatur- und Innendruckfestigkeit wegen des verwendeten Halbzeugmaterials und des geschlossenen Querschnittes sowie geringe Herstellkosten aufgrund des kostengünstigen IHU-Verfahrens.

Nach einer vorteilhaften Ausgestaltung der Erfindung ist die Stirnfläche, die dem Stutzen gegenüberliegt, durch einen einlötbaren Deckel verschlossen. Damit werden eine dichte und druckfeste Verbindung und ein Abschluss des Sammelkastens erreicht.

Nach einer weiteren vorteilhaften Ausgestaltung der Erfindung werden die Öffnungen, so genannte Durchzüge im Boden des Sammelkastens durch Stanzen hergestellt, und zwar insbesondere durch Stanzen gegen hydraulischen Innen-Hochdruck, wie es aus der DE-A 195 32 860 der Anmelderin

bekannt ist. Dieses Verfahren bietet den Vorteil einer „technologiereinen“ Fertigung, da sowohl für die Formgebung des Sammelkastens als auch für die Herstellung der Durchzüge ein hydraulischer Innenhochdruck aufgebaut wird, wobei dieselben Vorrichtungen verwendbar sind. Dies reduziert die Fertigungskosten und hat darüber hinaus den Vorteil, einer nicht spangebenden Umformung.

Ein Ausführungsbeispiel der Erfindung ist in der Zeichnung dargestellt und wird im Folgenden näher beschrieben. Es zeigen

- Fig. 1 einen erfindungsgemäßen Ladeluftkühler,
Fig. 2 einen Eckausschnitt des erfindungsgemäßen Ladeluftkühlers gemäß Fig. 1,
Fig. 3 einen ersten Querschnitt durch einen Luftkasten des Ladeluftkühlers gemäß Fig. 1 und 2 und
Fig. 4 einen zweiten Querschnitt durch den Luftkasten.

Fig. 1 zeigt einen erfindungsgemäßen Ladeluftkühler 1 mit einem Wärmeübertragerblock 2 und beiderseits angeordneten Luftkästen 3, 4. Der Wärmeübertragerblock 2 besteht aus Flachrohren 5 und zwischen diesen angeordneten Wellrippen, welche von Umgebungsluft überströmt werden. Die Rohre 5 münden in die Luftkästen 3, 4 und sind mit diesen sowie mit den Wellrippen 6 verlötet. Alle Teile, Rohre 5, Wellrippen 6 und Luftkästen 3, 4 bestehen aus Aluminiumlegierungen. Jeder der beiden Luftkästen 3, 4 ist einstückig ausgebildet und besteht aus drei Abschnitten (erläutert für den Luftkasten 4), nämlich einem Anschlussstutzen 7, einem zylindrischen Teil 8 (nicht kreiszylindrisch) und einem konischen bzw. abgeflachten Teil 9, welches eine in Längsrichtung des Luftkastens 4 verlaufende Längssicke 10 aufweist. Der Stutzen 7 weist einen geraden Teil 7a auf, der sich fluchtend an den geraden Luftkastenteil 8 anschließt, und einen etwa um 90° bis 120° abgewinkelten Krümmer 7b. Der Luftkasten 3 ist spiegelbildlich zum Luftkasten 4 ausgebildet und weist einen Ladeluft-Eintrittsstutzen 11 auf. Die Ladeluft, welche von einem nicht dargestellten Kompressor eines Kraftfahrzeuges verdichtet wurde und eine erhöhte Temperatur aufweist, tritt in den Eintrittsstutzen 11 ein, wird über den Luftkasten 3 verteilt, durchströmt den

Wärmeübertragerblock 2 bzw. dessen Rohre 5 in einer Richtung und gelangt in den gegenüberliegenden Luftkasten 4, aus welchem die Ladeluft durch den Austrittsstutzen 7 austritt. Da der Ladeluftkühler 1 in diesem Fall symmetrisch aufgebaut ist, ist eine umgekehrte Strömungsrichtung, d. h. Eintritt in den Stutzen 7 und Austritt durch den Stutzen 11 ebenso möglich. Der Ladeluftkühler 1 ist – wie aus dem eingangs zitierten Stand der Technik bekannt – im vorderen Motorraum des Kraftfahrzeuges angeordnet, vielfach als Teil eines Kühlmoduls.

Fig. 2 zeigt einen Eckbereich des Ladeluftkühlers 1 gemäß Fig. 1 mit dem Luftkasten 4, in welchen die Rohre 5 münden. Der Wärmeübertragerblock 2 ist seitlich durch ein Seitenteil 12 abgeschlossen. Der Luftkasten 4 weist eine Stirnfläche 13 auf, welche durch einen eingelöteten Deckel 14 verschlossen ist. In der Stirnfläche 13 ist das Profil der Längssicke 10 deutlich zu erkennen.

Fig. 3 zeigt einen Schnitt durch den Luftkasten 4 etwa im Bereich der Schnittlinie III-III in Fig. 1 und im Bereich eines Rohres 5, wobei das Rohr 5 weggelassen ist. Der Luftkasten 4 weist einen geschlossenen, einstückigen Querschnitt 15 auf, da er aus einem geschlossenen Rohr, einem extrudierten Aluminiumhalbzeugrohr hergestellt ist. Der Querschnitt 15 ist durch einen leicht nach außen gewölbten Bodenbereich 15a, zwei etwa senkrecht dazu verlaufende Wandbereiche 15b, 15c sowie einen dem Bodenbereich 15a gegenüberliegenden, durch die Sicke 10 geprägten Sickenbereich 15d gekennzeichnet. Die Wandbereiche 15b, 15c und der anschließende Sickenbereich 15d bilden den „Deckel“ des Luftkastens 4 und der Bodenbereich 15a den „Boden“. Boden und Deckel sind somit integriert und bilden zusammen den Luftkasten 4. Innerhalb des leicht gewölbten Bodens 15a ist eine längliche Öffnung 16 angeordnet, welche in ihrem Querschnitt dem Querschnitt der Rohre 5 bzw. deren Rohrenden entspricht, die in diese Öffnungen eingelötet werden. Der Querschnitt 15 weist eine Querschnittsfläche 17 auf.

Fig. 4 zeigt einen weiteren Schnitt durch den Luftkasten 4 im Bereich des zylindrischen Abschnittes 8 entlang der Linie IV-IV in Fig. 1. Der Luftkasten 4 weist in dem Bereich 8 einen geschlossenen Querschnitt 18 auf, der durch

5 einen leicht gewölbten Boden 18a und einen teilweise gewölbten, teilweise geradlinig verlaufenden Deckelbereich 18b gekennzeichnet ist. Im Boden 18a ist eine längliche Öffnung 19 (Durchzug) zur Aufnahme eines nicht dargestellten Rohres angeordnet. Auch aus diesem Querschnitt 18 ist die Integration von Deckel und Boden erkennbar. Es ist auch möglich, den Luftkasten 4 über seine gesamte Länge mit dem Querschnitt 18, d. h. einem konstanten Querschnitt auszubilden, wenn auf den abgeflachten Teil 9 (vgl. Fig. 1) aus Einbaugründen verzichtet werden kann.

10 Die Herstellung des Luftkastens 4 und des Luftkastens 3 erfolgt nach folgendem Verfahren: Ausgangsmaterial ist ein Aluminiumhalbzeugrohr, welches hinsichtlich seiner Wandstärke an die Druck- und Temperaturbelastung des Ladeluftkühlers angepasst ist. Das extrudierte Halbzeugrohr, welches einen kreisförmigen Querschnitt aufweist, wird zunächst abgelängt (auf Länge geschnitten), danach wird der Anschlussstutzen (7, 11) vorgebogen, d. h. er erhält in diesem Verfahrensschritt seinen Biegeradius und seine Richtung. 15 Danach wird das Rohr in eine Vorrichtung eingelegt und erhält durch Druck von außen mittels eines nicht dargestellten keilförmigen Werkzeuges eine Vorform der endgültigen Längssicke 10. Anschließend wird das Rohr in eine Werkzeugform für die Innenhochdruckumformung eingelegt und mit Innenhochdruck beaufschlagt, sodass sich die Rohrwand des Rohres an die Innenkontur der Werkzeugform anlegt. Damit ist die endgültige Form des Luftkastens (4, 3) erreicht. Die Längssicke 10 erstreckt sich – wie in Fig. 1 dargestellt – nur über einen Teil der Länge des Luftkastens 4, kann sich jedoch 20 auch über den gesamten oder einen geringeren Teil der Gesamtlänge erstrecken. Die Sicke 10 ist – wie auch aus Fig. 1 erkennbar – konisch ausgebildet, d. h. sie nimmt hinsichtlich ihrer Tiefe und ihrer Breite in Richtung auf das dem Stutzen 7 abgewandte Ende des Luftkastens 4 zu. Der Querschnitt der Längssicke 10 ist aus Fig. 3 erkennbar, er ist durch eine Breite B, eine Tiefe T und eine grau angelegte Querschnittsfläche 10a gekennzeichnet. Die Querschnittsfläche 10a nimmt in einer vom Stutzen 7 ausgehenden Richtung zu, d. h. die Querschnittsfläche 17 des Luftkastens 4 wird mit zunehmendem Abstand vom Ein- bzw. Austrittsstutzen 7 kleiner, der Umfang des Luftkastens 4 bleibt dagegen im Wesentlichen konstant bzw. wächst maximal um 30 einen Bereich von 10 % bis 15 %. Diese Querschnittsverminderung kommt 35

den Strömungsbedingungen in den Luftkästen entgegen, da der Volumenstrom an Ladeluft in Richtung auf die Stutzen aufgrund der Rohrverteilung zunimmt. Die Abschrägung des Luftkastens 4 im Bereich des Abschnittes 9 erfolgt jedoch auch aus Einbaugründen, um in diesem Bereich Raum zu gewinnen.

5

Die Öffnungen 16 (vgl. Fig. 3) in dem Boden 15 des Luftkastens 4 können vorzugsweise durch Stanzen hergestellt werden, wobei anstelle einer Matrize im Inneren des Querschnittes ein hydraulischer Innenhochdruck aufgebaut wird. Dieses Verfahren zum Herstellen von Durchzügen in Rohren ist durch die DE-A 195 32 860 der Anmelderin bekannt. Es bietet den Vorteil einer spanlosen Herstellung. Darüber hinaus können die gleichen Vorrichtungen wie für die Innenhochdruckumformung der Luftkästen 3, 4 verwendet werden.

10

15

5

Patentansprüche

10

1. Wärmeübertrager, insbesondere Ladeluftkühler für Kraftfahrzeuge, insbesondere für Nutzfahrzeuge, mit einem aus Rohrenden aufweisenden Rohren (5) und insbesondere aus zwischen den Rohren (5) angeordneten Rippen (6) bestehenden Wärmeübertragerblock (2) und zumindest einem seitlich angeordneten Sammelkasten (3, 4) zur Ein- oder Ausleitung eines Mediums, wobei der zumindest eine Sammelkasten (3, 4) einen Boden mit Öffnungen zur Aufnahme der Rohrenden, einen Deckel sowie einen Ein- oder Auslassstutzen (7, 11) aufweist, **dadurch gekennzeichnet**, dass der Sammelkasten (3, 4) mindestens teilweise durch Innen-Hochdruck-Umformung (IHU) eines metallischen Halbzeuges hergestellt ist.

15

20

2. Wärmeübertrager nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet**, dass nur der Deckel durch IHU hergestellt und mit dem Boden verschweißt ist.

25

3. Wärmeübertrager nach Anspruch 2, **dadurch gekennzeichnet**, dass das Halbzeug ein gewalztes Aluminiumblech ist.

30

4. Wärmeübertrager nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet**, dass nur der Deckel und der Boden durch IHU einstückig aus einem Halbzeug hergestellt und mit dem Stutzen (7, 11) verschweißt sind.

35

5. Wärmeübertrager nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet**, dass der Boden, der Deckel und der Stutzen einstückig durch IHU hergestellt sind.

6. Wärmeübertrager nach Anspruch 4 oder 5, **dadurch gekennzeichnet**, dass das Halbzeug ein extrudiertes Aluminiumrohr ist.
- 5 7. Wärmeübertrager nach Anspruch 5 oder 6, **dadurch gekennzeichnet**, dass die Stutzen (7, 11) vor dem IHU-Prozess vorgebogen sind.
- 10 8. Wärmeübertrager nach einem der Ansprüche 4 bis 7, **dadurch gekennzeichnet**, dass ein Teil (9) des Deckels des Sammelkastens (4) eine durch Drücken (von außen) und/oder IHU (von innen) hergestellte Längssicke (10) aufweist.
- 15 9. Wärmeübertrager nach Anspruch 8, **dadurch gekennzeichnet**, dass die Längssicke (10) konisch ausgebildet ist, und einen Querschnitt (10a) aufweist, der in einer vom Stutzen (7) wegweisenden Richtung zunimmt, während die Querschnittsfläche (17) des Sammelkastens (4) abnimmt.
- 20 10. Wärmeübertrager nach einem der Ansprüche 1 bis 9, **dadurch gekennzeichnet**, dass der Sammelkasten (4) nach dem IHU-Prozess mindestens eine offene Stirnfläche (13) aufweist, die durch einen einlötbaren Deckel (14) geschlossen ist.
- 25 11. Wärmeübertrager nach einem der Ansprüche 4 bis 10, **dadurch gekennzeichnet**, dass die Öffnungen im Boden (15) durch Stützen, insbesondere durch Stanzen gegen einen hydraulischen Innenhochdruck hergestellt sind.

Zusammenfassung

5

10

15

20

Die Erfindung betrifft einen Wärmeübertrager für Kraftfahrzeuge, insbesondere für Nutzfahrzeuge, mit einem aus Rohrenden aufweisenden Rohren (5) und zwischen den Rohren (5) angeordneten Rippen (6) bestehenden Wärmeübertragerblock (2) und beiderseits angeordneten, durch Innen-Hochdruck-Umformung hergestellten Sammelkästen (3, 4) zur Ein- und Ausleitung eines Mediums, wobei die Sammelkästen (3, 4) Böden mit Öffnungen zur Aufnahme der Rohrenden, Deckel sowie Ein- und Auslassstutzen (7, 11) aufweisen.

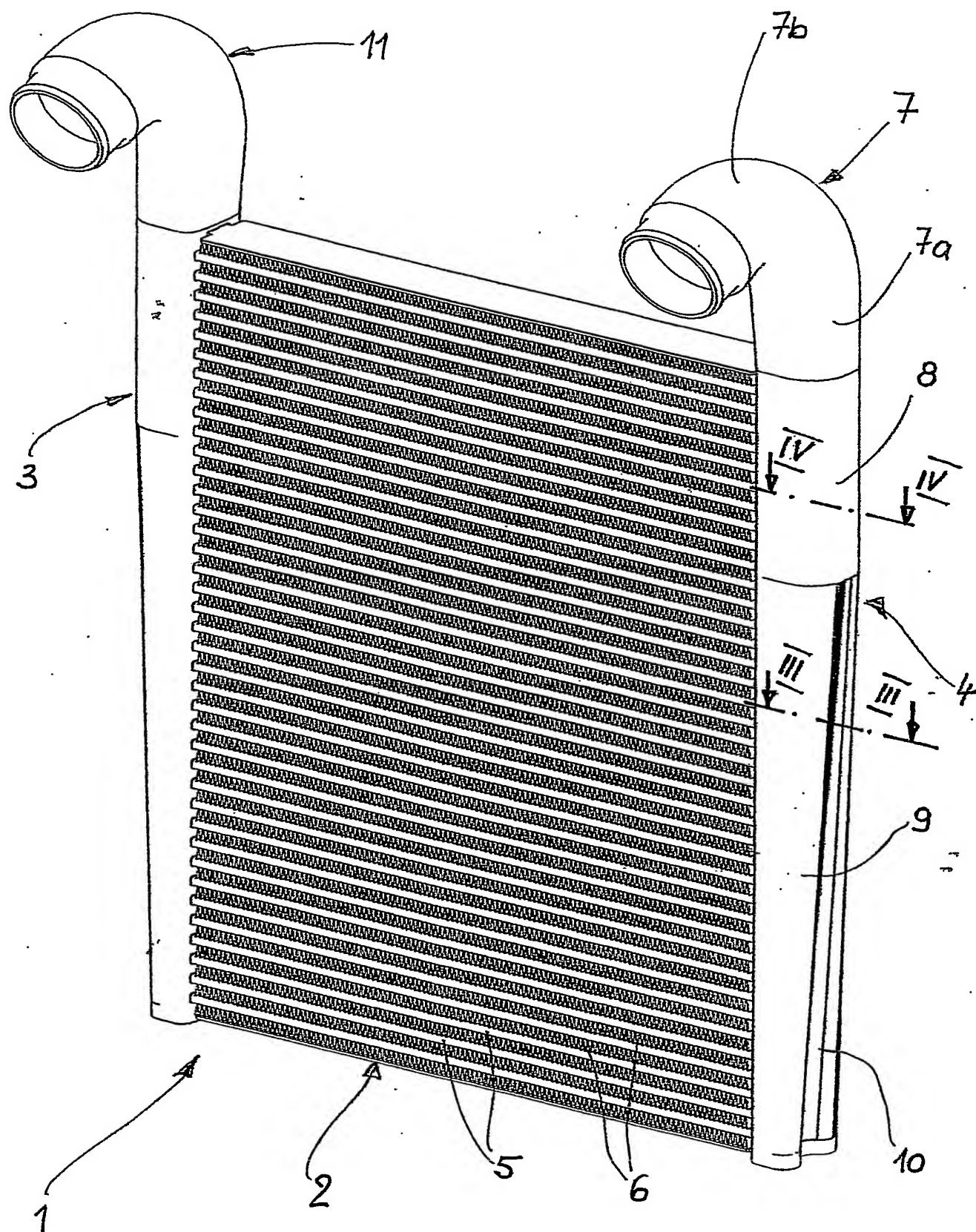
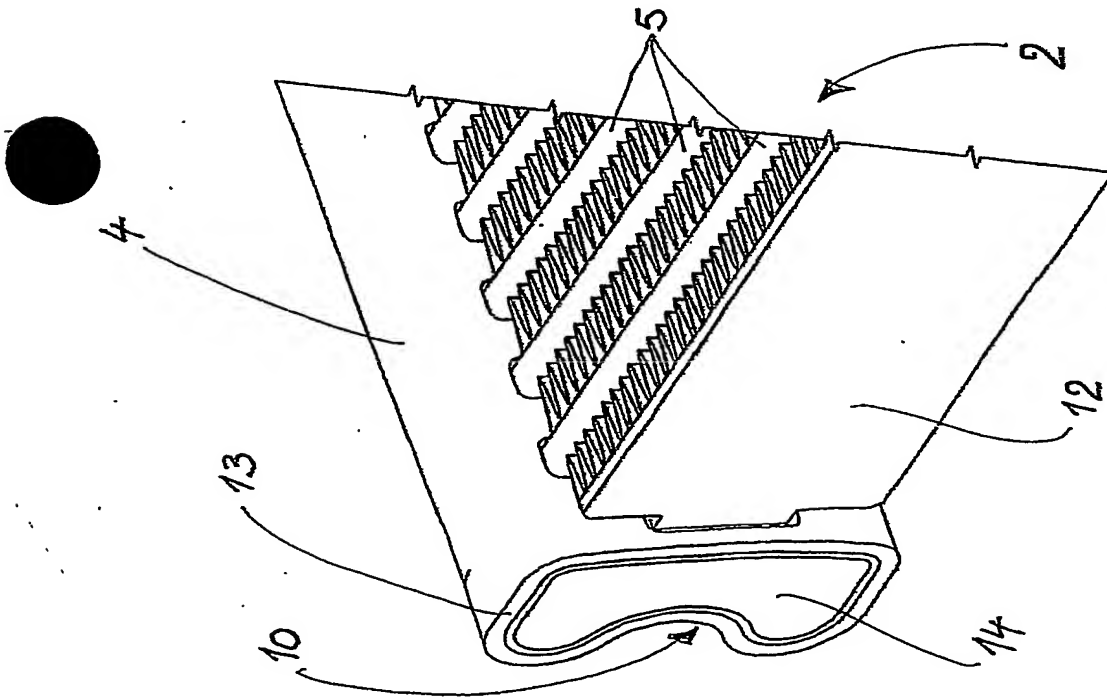
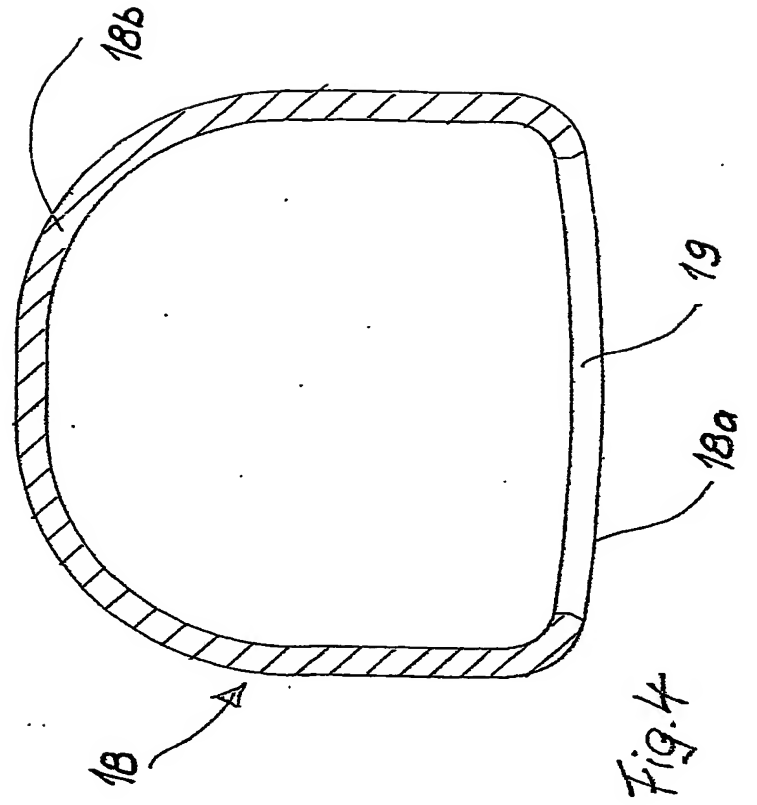
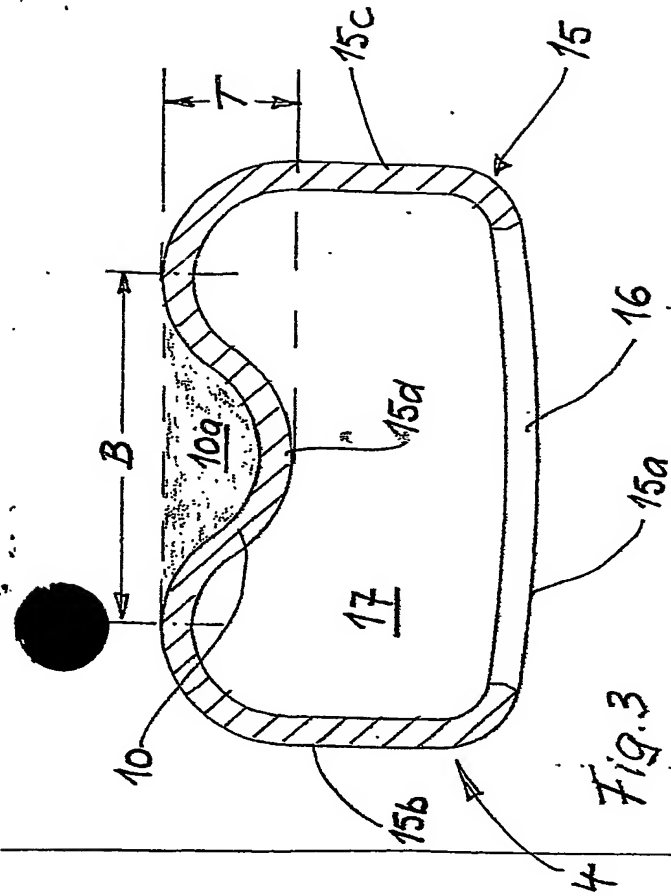


Fig. 1



**This Page is Inserted by IFW Indexing and Scanning
Operations and is not part of the Official Record**

BEST AVAILABLE IMAGES

Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images include but are not limited to the items checked:

- ☐ BLACK BORDERS
- ☒ IMAGE CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES
- ☒ FADED TEXT OR DRAWING
- ☒ BLURRED OR ILLEGIBLE TEXT OR DRAWING
- ☐ SKEWED/SLANTED IMAGES
- ☐ COLOR OR BLACK AND WHITE PHOTOGRAPHS
- ☐ GRAY SCALE DOCUMENTS
- ☒ LINES OR MARKS ON ORIGINAL DOCUMENT
- ☐ REFERENCE(S) OR EXHIBIT(S) SUBMITTED ARE POOR QUALITY
- ☐ OTHER: _____

IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.

As rescanning these documents will not correct the image problems checked, please do not report these problems to the IFW Image Problem Mailbox.